



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 196 12 738 A 1

⑮ Int. Cl. 6:
F 02 M 63/04
F 02 M 47/02
F 02 M 45/00
F 02 M 51/00

⑯ Aktenzeichen: 196 12 738.6
⑯ Anmeldetag: 29. 3. 96
⑯ Offenlegungstag: 10. 10. 96

DE 196 12 738 A 1

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯

05.04.95 AT 192/95 U

⑯ Anmelder:

AVL Gesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Meßtechnik m.b.H. Prof. Dr. Dr.h.c. Hans List, Graz, AT

⑯ Vertreter:

Klunker und Kollegen, 80797 München

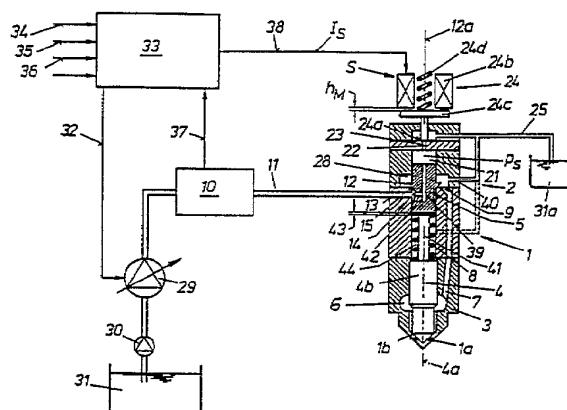
⑯ Erfinder:

Bürgler, Ludwig, Dipl.-Ing., Graz, AT; Erlach, Hans, Dipl.-Ing., Graz, AT

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Speichereinspritzsystem für Brennkraftmaschinen

⑯ Bei Speichereinspritzsystemen für Brennkraftmaschinen mit einem direkteinspritzenden über ein Magnetventil (24) gesteuerten Einspritzventil (1) pro Zylinder bekannter Bauart steht ein die Düsenadel (4) umgebender Druckraum (6) ständig mit einer mit Hochdruck (p) beaufschlagten Hochdruckleitung (11) in Verbindung. Im Strömungsweg zwischen Hochdruckleitung (11) und Druckraum (6) ist ein Sicherheitsventil (2) angeordnet, dessen Öffnungsstellung mit der Freigabestellung (F) und dessen Schließstellung mit der Sperrstellung (S) des Magnetventils (24) korreliert. Um den Herstellungsaufwand und den Raumbedarf zu verringern ist vorgesehen, daß das Sicherheitsventil (2) in das Gehäuse (3) des Einspritzventils (1) integriert ist, wobei der Ventilkörper (12) des Sicherheitsventils (2) mit dem Steuerkolben (5) kombiniert ist, und wobei vorzugsweise die Hubachse (12a) des Sicherheitsventils (2) in der Düsenadelachse (4a) liegt.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Speichereinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem direkt einspritzenden über ein Magnetventil gesteuerten Einspritzventil pro Zylinder, mit einem von einer Hochdruckpumpe über eine Hochdruckleitung mit Kraftstoff beaufschlagbaren, eine axial verschiebbare Düsenadel zumindest teilweise umgebenden, vorzugsweise düsenseitig angeordneten ersten Druckraum innerhalb des Einspritzventilgehäuses, wobei die Düsenadel im Bereich des Druckraumes gegenüber der Düsenadelachse geneigte Druckangriffsflächen für Druckkräfte in Öffnungsrichtung der Düsenadel aufweist, mit einem mit der Düsenadel in Wirkverbindung stehenden, achsgleich zu dieser angeordneten längsverschiebbaren Steuerkolben innerhalb des Einspritzventilgehäuses, welcher stirnseitig an einen in einer Sperrstellung des Magnetventiles mit Hochdruck beaufschlagbaren Steuerraum grenzt, wobei in einer Freigabestellung des Magnetventiles der Steuerraum mit einer Leckölleitung verbindbar ist, und wobei im Strömungsweg zwischen Hochdruckleitung und Druckraum ein Sicherheitsventil vorgesehen ist, dessen entlang seiner Hubachse bewegbare Ventilkörper in seiner Öffnungsstellung die Strömungsverbindung zwischen der Hochdruckleitung und dem Druckraum freigibt und in seiner Schließstellung die Strömungsverbindung unterbricht, wobei die Öffnungsstellung des Sicherheitsventiles mit der Freigabestellung des Magnetventiles und die Schließstellung mit der Sperrstellung korreliert.

Bei einem Einspritzsystem herkömmlicher Bauart, wie es beispielsweise aus der EP 0 459 429 A1 oder der Veröffentlichung "New Electronically Controlled Fuel Injection System ECD-U2 for Clean Diesel Engines", Toshihiko Omori, Tagung "Motor und Umwelt 92", AVL bist GmbH, Austria, bekannt ist, ist es üblich, daß der die Düsenadel umgebende Druckraum ständig mit dem über die Hochdruckleitung anstehenden, bis zu 1500 bar betragenden Hochdruck beaufschlagt wird. Im Falle eines undichten Nadelsetzes oder bei einem Hängenbleiben der Düsenadel kann dies zur Einspritzung von unerwünschten großen Kraftstoffmengen führen, was in weiterer Folge eine Zerstörung des Motors bewirken kann.

Aus der DE 25 14 457 A1 ist ein Einspritzsystem der genannten Art bekannt, bei dem das Sicherheitsventil separat zum Steuerkolben des Einspritzventiles angeordnet ist. Dies ermöglicht einerseits ein sicheres Schließen der Ventilnadel und verhindert andererseits, daß unzulässig hohe Einspritzmengen eingespritzt werden. Aufgrund der Trennung der Nadel und des Dichtsitzes des Sicherheitsventiles von den geometrischen und technischen Restriktionen, wie sie an der Düsen spitze herrschen (möglichst zentrale Lage der Düsen spitze zum Brennraum des Motors; thermische Beanspruchung in folge der Verbrennung) kann die Form der Nadel und des Sitzes des Sicherheitsventiles bei weitem freier gestaltet werden, als dies bei der Düsenadel und deren Sitz der Fall ist. Durch die separate Ausführung des Sicherheitsventiles und des Steuerkolbens sind allerdings relativ viele Teile notwendig, wodurch ein hoher Herstellungsaufwand und vergleichsweise großer Raumbedarf besteht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und insbesondere ein herstellungsmäßig einfaches und kompaktes Speichereinspritzsystem bereitzustellen.

Erfundungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß das Sicherheitsventil in das Gehäuse des Einspritzventiles integriert ist, wobei der Ventilkörper des Sicherheitsventiles mit dem Steuerkolben kombiniert ist, und wobei vorzugsweise die Hubachse des Sicherheitsventiles in der Düsenadelachse liegt. Dadurch kann das Einspritzventil sehr kompakt und mit wenigen Teilen ausgeführt werden. Vorzugsweise sind Sicherheitsventil und Steuerkolben einstückig ausgeführt. Sehr vorteilhaft ist es dabei, wenn im Bereich des Ventilsitzes des Ventilkörpers ein den Steuerkolben umgebender, mit dem ersten Druckraum in Strömungsverbindung stehender Ringraum angeordnet ist, welcher bei geöffnetem Sicherheitsventil mit der Hochdruckleitung verbunden und bei geschlossenem Sicherheitsventil von dieser getrennt ist. Der mit der Hochdruckleitung verbundene Ventilaum ist dabei im geschlossenen Zustand des Sicherheitsventiles durch den Ventilsitz vom Ringraum getrennt. Bei Absinken des Druckes im Steuerraum wird der Ventilkörper vom Ventilsitz angehoben und die Strömungsverbindung des Ventilsitzes mit dem Ringraum und weiter mit dem Druckraum der Düsenadel hergestellt.

In einer sehr einfachen Ausführungsvariante ist vorzusehen, daß das Magnetventil als 2/2-Wegventil ausgeführt ist und der Steuerraum des Steuerkolbens ständig mit der Hochdruckleitung, vorzugsweise über eine Drosselstelle, in Strömungsverbindung steht, wobei vorzugsweise die Mündung der Hochdruckleitung über Verbindungskanäle innerhalb des Steuerkolbens mit dem Steuerraum verbunden ist. Über die Drosselstelle zwischen Steuerraum und Hochdruckleitung kann die Druckanstiegs geschwindigkeit im Steuerraum und damit die Schließgeschwindigkeit der Ventilnadel beeinflußt werden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Verbindungs kanäle als Drosselstelle ausgebildet sind. Über das 2/2-Wegventil wird in der Freigabestellung eine Strömungsverbindung zwischen dem Steuerraum und der Leckölleitung hergestellt, so daß der Druck im Steuerraum absinkt und der Ventilkörper vom Ventilsitz angehoben wird. Dadurch wird der Druckraum mit Hochdruck beaufschlagt und die Ventilnadel ebenfalls angehoben. Die Hubbewegung der Düsenadel wird somit durch das 2/2-Wegventil eingeleitet. Dadurch, daß zwischen Steuerraum und Leckölleitung, vorzugsweise im Bereich des Magnetventilsitzes, eine erste Drosselstelle angeordnet ist, kann die Hubgeschwindigkeit des Steuerkolbens und der Düsenadel über den Drosselquerschnitt voreingestellt werden.

Wird das 2/2-Wegventil geschlossen, so steigt der Druck im Steuerraum sehr schnell an und drückt den Ventilkörper auf den Ventilsitz, wodurch die Kraftstoffzufuhr zum Druckraum unterbrochen wird. Um einen definierten Druck vor Beginn der Einspritzung im Bereich des Druckraumes sicherzustellen ist es vorteilhaft, wenn der Druckraum, vorzugsweise über eine weitere Drosselstelle im Bereich des Ringraumes, mit der Leckölleitung verbunden ist.

Ein rasches Ansprechen und Öffnen des Ventilkörpers wird erreicht, wenn auf den Steuerkolben in Öffnungsrichtung des Ventilkörpers des Sicherheitsventiles eine Feder einwirkt. Das Öffnen kann aber bei geeigneter Dimensionierung von Druckangriffsflächen am Steuerkolben auch allein durch den Kraftstoffdruck erfolgen.

Ein rasches Schließen der Düsenadel wird dadurch erzielt, daß Steuerkolben und Düsenadel in der Öffnungsstellung der Düsenadel vorzugsweise über ein

axiales Distanzstück mechanisch in Verbindung stehen und in der Schließstellung der Düsenadel zueinander ein Spiel aufweisen. Die Düsenadel wird dabei durch den Steuerkolben bewegt, bis der Ventilkörper am Ventilsitz aufliegt. Die restliche Schließbewegung erfolgt durch die Düsene Feder. Das Spiel zwischen Steuerkolben und Distanzstück dient zum Ausgleich von Fertigungstoleranzen.

Die Erfindung wird anhand von in den Fig. gezeigten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfundungsgemäßen Speichereinspritzventiles in der Sperrstellung,

Fig. 2 das Einspritzventil aus Fig. 1 in der Freigabestellung,

Fig. 3 bis 8 Diagramme über die zeitliche Veränderung von Parametern bei der Öffnung des Einspritzventiles.

Die Fig. 1 und 2 zeigen ein Einspritzsystem mit einem in das Einspritzventil 1 integrierten Sicherheitsventil 2. Im Gehäuse 3 ist die Düsenadel 4 entlang der Düsenadelachse 4a längsverschiebbar über den Schaft 4b gelagert. Die Düsenadel 4 wird teilweise von einem Druckraum 6 umgeben, welcher über eine Druckleitung 7 mit dem Ausgang 9 des Sicherheitsventiles 2 verbunden ist. Der Ventilkörper 12 des Sicherheitsventiles 2 ist einstückig mit dem Steuerkolben 5 ausgeführt, wobei der Ventilkörper 12 und der Steuerkolben 5 zum Teil durch einen Ringraum 28 umgeben sind, an welchen über den Ausgang 9 die Druckleitung 7 anschließt. Steuerkolben 5 und Ventilkörper 12 sind entlang ihrer Hubachse 12a verschiebbar im Gehäuse 3 des Einspritzventiles 1 gelagert, wobei in der in Fig. 1 gezeigten Sperrstellung S der Ventilkörper 12 auf einem Ventilsitz 15 aufliegt und den Ringraum 28 von einem durch den Ventilkörper 12 und dem Gehäuse 3 gebildeten Ventilraum 14 trennt. In den Ventilraum 14 mündet die von einem Speicher 10 ausgehende Hochdruckleitung 11, deren Mündung mit 13 bezeichnet ist. Der Speicher 10 wird von einer Hochdruckpumpe 29 und einer Vorpumpe 30 über einen Behälter 31 gespeist. Die Hochdruckpumpe 29 selbst erhält über eine Steuerleitung 32 Steuersignale von einer elektronischen Steuereinheit 33, welche in Abhängigkeit der Drehzahl 34, der Last 35, manueller Vorgabe, beispielsweise durch den Fahrer 36, vom Speicherdruck p des Speichers 10 und eventuell anderen Einflußgrößen die Hochdruckpumpe 29 und über die Leitung 38 das Magnetventil 24 des Einspritzventiles 2 steuert. 37 bezeichnet eine Sensorleitung für den Istwert des Hochdruckes P. Das Magnetventil 24 kann — wie in Fig. 1 und 2 dargestellt — entweder als 2/2-Wegventil, oder aber auch als 3/2-Wegventil ausgeführt sein.

Der Ventilraum 14 ist über Verbindungskanäle 39, die mit einer Drosselstelle 42 versehen sind, mit dem an den Steuerkolben 5 grenzenden Steuerraum 21 verbunden. Der Steuerraum 21 wiederum weist eine erste Steuerleitung 23 zum Magnetventil 24 auf, wobei in der Steuerleitung 23 eine erste Drosselstelle 22 angeordnet ist. Das Magnetventil 24 verschließt in seiner in Fig. 1 eingezeichneten Sperrstellung S über den durch die Feder 24d auf den Magnetventilsitz 24a gedrückten Anker 24c die erste Steuerleitung 20. In der Freigabestellung F des Magnetventiles 24, welche in Fig. 2 in vergrößerter Darstellung gezeigt ist, wird durch Aktivierung der Spule 24b der Anker 24c vom Magnetventilsitz 24a angehoben und der Steuerraum 21 mit einer Leckölleitung 25

verbunden, welche zu einem Behälter 31a führt.

Die Funktionsweise des in den Fig. 1 und 2 gezeigten Systems ist folgendermaßen: In der Sperrstellung S verschließt das Magnetventil 24 die Drosselstelle 22. Der Hochdruck ps im Steuerraum 21 bewirkt eine in Schließrichtung wirkende Kraft auf den Steuerkolben 5, wodurch dieser über den Ventilkörper 12 den Ventilsitz 15 verschließt. Durch eine optional vorhandene weitere Drosselstelle 40 kann der sich im Ringraum 28 zwischen dem Ventilsitz 15 und dem Druckraum 6 befindende Kraftstoff in die Leckölleitung 25 abfließen. Die Düsenadel 4 wird in diesem Zustand von der Feder 8 in geschlossenem Zustand gehalten.

Der Einspritzbeginn wird durch Betätigen des Magnetventiles 24 eingeleitet, wobei die Drosselstelle 22 geöffnet wird. Über die Drosselstelle 22 wird der an den Steuerkolben 5 grenzende Steuerraum 21 druckentlastet und der Steuerkolben 5 kann sich aufgrund der Kraft der Feder 8 nach oben bewegen. In den Verbindungskanälen 39 zwischen Ventilraum 14 und Steuerraum 21 ist eine Drosselstelle 42 vorgesehen, welche so dimensioniert ist, daß der durchströmende Kraftstoff zu keinem Druckanstieg im Steuerraum 21 führt. Durch die Bewegung des Steuerkolbens 5 wird der Ventilsitz 15 geöffnet und die Strömungsverbindung zwischen Hochdruckleitung 11, dem Ringraum 28, der Druckleitung 7 und dem Druckraum 6 hergestellt, was einen Druckanstieg an der Düsenadel 4 bewirkt. Die durch den Druckanstieg verursachte Kraft in Öffnungsrichtung der Düsenadel 4 bewirkt ein Abheben der Düsenadel 4 vom Düsenadelsitz 1b und der Einspritzvorgang durch die Düsenbohrungen 1a beginnt.

Das Ende der Einspritzung wird durch das Schalten des Magnetventiles 24 in die Sperrstellung S eingeleitet, wobei die Drosselstelle 22 geschlossen wird. Der durch die Drosselstelle 42 einströmende Kraftstoff bewirkt einen Druckanstieg im Steuerraum 21 oberhalb des Steuerkolbens 5, wodurch der Steuerkolben 5 mit dem Ventilkörper 12 gegen den Ventilsitz 15 gedrückt wird. Während der Schließbewegung drückt der Steuerkolben 5 die Düsenadel 4 über ein vorzugsweise mit dieser verbundenes Distanzstück 41 in Richtung des Düsenadelsitzes 1b bis der Ventilkörper 12 am Ventilsitz 15 aufliegt. Die Düsenadel 4 wird durch die Feder 8 weiterbewegt, bis sie am Düsenadelsitz 1b aufliegt. Um ein von Fertigungstoleranzen unabhängiges sicheres Schließen sowohl der Düsenadel 4 als auch des Ventilkörpers 12 zu gewährleisten, ist zwischen Distanzstück 41 und Steuerkolben 5 ein Spiel 43 vorgesehen. Gleichzeitig hat das Spiel 43 den Vorteil, daß die hydraulische Kraft auf den Steuerkolben 5 nicht vom Düsenadelsitz 1b aufgenommen werden muß, wodurch ein größerer Steuerkollendurchmesser und damit eine verlässlichere Funktion des Systems aufgrund der größeren hydraulischen Kräfte ermöglicht wird.

Gegebenenfalls kann die Drosselstelle 40 durch eine definierte Leckage zwischen dem Schaft 4b der Düsenadel 4 und dem Gehäuse 3 ersetzt werden, wodurch Kraftstoff in den Raum 44 zwischen Steuerkolben 5 und Düsenadel 4 eindringen kann. In diesem Fall müßte der Raum 44 mit der Leckölleitung 25 verbunden sein, was durch die strichierten Linien in Fig. 4 angedeutet ist. Der Ventilsitz 15 des Ventilkörpers 12 am Steuerkolben 5 kann geometrisch so ausgeführt werden, daß ein definierter Ventil-Querschnittsverlauf als Funktion des Steuerkollendurchmessers hs zur Steuerung des zeitlichen Ablaufes des Einspritzvorganges verwendet werden kann. So kann beispielsweise am Beginn der Einspritzung die

Einspritzmenge gering sein und im Laufe des Einspritzvorganges erhöht werden.

Die Fig. 3 bis 8 zeigen die Veränderung verschiedener Parameter in Abhängigkeit der Zeit t während eines Einspritzvorganges. In Fig. 3 ist der von der elektronischen Steuereinheit 33 an das Magnetventil 24 geleitete Schaltimpuls I_s während der Zeitpunkte T_1 und T_2 dargestellt. Fig. 4 zeigt den Magnetventilhub h_M zwischen der mit S angezeigten Sperrstellung und der mit F gekennzeichneten Freigabestellung. ps in Fig. 5 zeigt den Druck im Steuerraum 21, h_s in Fig. 6 den Hub des Steuerkolbens 5, Fig. 7 und 8 zeigen den Druck p_d am Düsenadelsitz 1b und den Hub h_d der Düsenadel 4.

Patentansprüche

15

1. Speichereinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem direkt einspritzenden über ein Magnetventil gesteuerten Einspritzventil pro Zylinder, mit einem von einer Hochdruckpumpe über eine Hochdruckleitung mit Kraftstoff beaufschlagbaren, eine axial verschiebbare Düsenadel zumindest teilweise umgebenden, vorzugsweise düsenseitig angeordneten ersten Druckraum innerhalb des Einspritzventilgehäuses, wobei die Düsenadel im Bereich des Druckraumes gegenüber der Düsenadelachse geneigte Druckangriffsflächen für Druckkräfte in Öffnungsrichtung der Düsenadel aufweist, mit einem mit der Düsenadel in Wirkverbindung stehenden, achsgleich zu dieser angeordneten längsverschiebbaren Steuerkolben innerhalb des Einspritzventilgehäuses, welcher stirnseitig an einen in einer Sperrstellung des Magnetventiles mit Hochdruck beaufschlagbaren Steuerraum grenzt, wobei in einer Freigabestellung des Magnetventiles der Steuerraum mit einer Leckölleitung verbindbar ist, und wobei im Strömungsweg zwischen Hochdruckleitung und Druckraum ein Sicherheitsventil vorgesehen ist, dessen entlang seiner Hubachse bewegbare Ventilkörper in seiner Öffnungsstellung die Strömungsverbindung zwischen der Hochdruckleitung und dem Druckraum freigibt und in seiner Schließstellung die Strömungsverbindung unterbricht, wobei die Öffnungsstellung des Sicherheitsventiles mit der Freigabestellung des Magnetventiles und die Schließstellung mit der Sperrstellung korreliert, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherheitsventil (2) in das Gehäuse (3) des Einspritzventiles (1) integriert ist, wobei der Ventilkörper (12) des Sicherheitsventiles (2) mit dem Steuerkolben (5) kombiniert ist, und wobei vorzugsweise die Hubachse (12a) des Sicherheitsventiles (2) in der Düsenadelachse (4a) liegt.
2. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherheitsventil (2) und Steuerkolben (5) einstückig ausgeführt sind.
3. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Ventilsitzes (15) des Ventilkörpers (1) ein den Steuerkolben (5) umgebender, mit dem ersten Druckraum (6) in Strömungsverbindung stehender Ringraum (28) angeordnet ist, welcher bei geöffnetem Sicherheitsventil (2) mit der Hochdruckleitung (11) verbunden und bei geschlossenem Sicherheitsventil (2) von dieser getrennt ist.
4. Speichereinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetventil (24) als 2/2-Wegventil ausgeführt ist und

6

der Steuerraum (21) des Steuerkolbens (5) ständig mit der Hochdruckleitung (11), vorzugsweise über eine Drosselstelle (42), in Strömungsverbindung steht, wobei vorzugsweise die Mündung (13) der Hochdruckleitung (11) über Verbindungskanäle (39) innerhalb des Steuerkolbens (5) mit dem Steuerraum (21) verbunden ist.

5. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungskanäle (39) als Drosselstelle (42) ausgebildet sind.
6. Speichereinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Steuerraum (21) und Leckölleitung (25), vorzugsweise im Bereich des Magnetventilsitzes (24a), eine erste Drosselstelle (22) angeordnet ist.
7. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckraum (6), vorzugsweise über eine weitere Drosselstelle (40) im Bereich des Ringraumes (28), mit der Leckölleitung (25) verbunden ist.
8. Speichereinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß auf den Steuerkolben (5) in Öffnungsrichtung des Ventilkörpers (12) des Sicherheitsventiles (2) eine Feder (8) einwirkt.
9. Speichereinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß Steuerkolben (5) und Düsenadel (4) in der Öffnungsstellung der Düsenadel (4) vorzugsweise über ein axiales Distanzstück (41) mechanisch in Verbindung stehen und in der Schließstellung der Düsenadel (4) zueinander ein Spiel (43) aufweisen.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

